

## ساخت مدل دو متغیره طول سفر خرید و استفاده از ماشین شخصی با استفاده از توابع مفصل

رامین خاورزاده<sup>۱</sup>، نوید کلانتری<sup>۲</sup> و ندا علیرضائی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی دکتری، گروه آمار دانشگاه تربیت مدرس.

۲- دکترای برنامه ریزی حمل و نقل، مهندسین مشاور آوند طرح و اندیشه.

### چکیده

امروزه با توسعه روز به روز مدل‌های رفتاری، مدلسازی تقاضای سفر با تغییر چشمگیری نسبت به مدل‌های شبیه سازی مواجه شده است. پر واضح است بسیاری از مدل‌های حمل و نقلی با هم ارتباط دو سویه دارند. این موضوع در رابطه با بعضی از مدل‌ها مهمتر و جدی تر است، به طور مثال دو مدل انتخاب مرکز خرید با توجه به فاصله و برآورد احتمال استفاده از خودرو شخصی در سفر خرید ارتباط تنگاتنگی دارند. اینکه افراد به کجا می روند با وسیله نقلیه ای که انتخاب می کنند، مرتبط است و بالعکس. لذا می توان فرض کرد که این دو مدل دارای توزیع توام معنی داری هستند؛ به عبارت دیگر در یک دید محدودتر، طول سفر و انتخاب وسیله نقلیه با هم ارتباط دارند. در مورد تعداد سفر و تعداد خودرو نیز چنین رابطه‌ای برقرار است.

برای ساخت این دو مدل، اطلاعاتی لازم است که این اطلاعات در بسیاری از متغیرها با یکدیگر همبستگی دارند. با توجه به همبستگی بالای این دو عامل بایستی از ابزاری استفاده شود که میزان ارتباط و تأثیراتی که در فاصله سفر بر انتخاب وسیله نقلیه شخصی دارند، را نمایان سازد. توابع مفصل می‌توانند ضمن دخالت همزمان هر دو متغیر در تحلیل فراوانی، ساختار وابستگی بین متغیرها را نیز مدل نماید. در این مقاله از توابع مفصل در جهت تحلیل رفتار شهروندان شهر مشهد استفاده شده است.

**کلید واژه:** مدل فاصله خرید شهری، تابع مفصل، مدل احتمال انتخاب وسیله نقلیه شخصی.

<sup>۱</sup> دانشگاه تربیت مدرس، تلفن: ۰۲۱-۸۲۸۸۴۴۲۴، پست الکترونیکی: r.khavarzade@modares.ac.ir

<sup>۲</sup> شرکت مهندسین مشاور آوند طرح و اندیشه، تلفن: ۰۲۱-۷۷۸۷۱۲۸۷، پست الکترونیکی: kalantari@iust.ac.ir

<sup>۳</sup> دانشگاه شهید بهشتی، پست الکترونیکی: alirezai@sharifdata.com

## ۱- مقدمه

در حال حاضر، سفرهای درون شهری مانند خرید در ایران به صورت سنتی انجام می شود. بنابراین برای خرید نیازمند به سفرهای درون شهری است و خرید آنلاین جایگاه زیادی در خرید شهروندان ندارد. سفرهای خرید یک بعد انعطاف پذیر سفرهای درون شهری محسوب می شود و مدل سازی این نوع سفر نسبت به بیشتر هدف های سفر درون شهری مانند سفرهای کاری و سفرهای آموزشی پیچیده تر است. بنابراین، ساخت مدل سازی با هدف خرید امروزه بیشتر مورد توجه قرار گرفته است و بسیاری از جنبه های این مدل مورد مطالعه قرار می گیرد. مدل سازی سفرهای خرید عموماً توسط مدل های کلاسیک چهار مرحله ای ساخته می شود [۱ و ۲]، اما در دیگر زمینه های غیر مبتنی بر حمل و نقل، مدل های دیگری را نیز می توان یافت [۳ و ۴].

آرنتر و تیمرمانس تراکم فروشگاه خرده فروشی در شهر را در سفرهای خرید چند منظوره مطالعه کرده اند [۵]. همچنین مدل سازی مدت خرید توسط (۲۰۱۰) بر اساس تئوری فرآیند شمارش مورد تحقیق قرار گرفته است [۶].

اگرچه مدل های بر پایه تابع ریسک برجسته ترین چارچوب مدل برای مدل سازی مدت فعالیت هستند [۷]، زو این پدیده را بر اساس مدل لاجیت تودرتو (NL) مدل سازی نمود [۸]. کونس و همکاران، فرآیند زنجیری فعالیت های خرید را با کار و فعالیت های آموزشی مدل سازی کردند [۹]. سوچی و همکاران تعداد دفعات فعالیت های خرید آخر هفته را مورد بررسی قرار دادند [۱۰]. در مجموع روند هفتگی سفرهای خرید توسط یان و اکلین (۱۹۹۷) مورد مطالعه قرار گرفت است [۱۱]. انتخاب زمان خروج از سفرهای خرید نیز توسط بهاتین (۲۰۰۲ و ۱۹۹۸) مورد مطالعه قرار گرفته است [۱۲ و ۱۳]. ویژگی های اجتماعی و اقتصادی افراد در زمان و نوع تفکیک سفر افراد درون شهر تأثیرگذار است که مطالعاتی در این زمینه نیز انجام شده است. [۱۴]. ریکر و کستینیو کین (۱۹۷۸) عوامل مؤثر بر رفتار انتخاب مقصد در سفرهای خرید را بررسی کرده اند [۲۰]. کپلمن و هازر رفتار انتخاب مقصد از سفرهای خرید غیر مواد غذایی را مورد مطالعه قرار داده اند [۲۱]. محققین دیگری مانند ابراهیم [۲۲] و جانگ [۲۳] مدل های جداگانه ای را برای توصیف تولید و توزیع سفرهای خرید پیشنهاد داده اند. دریسکول و همکاران (۲۰۱۳) عوامل مؤثر بر رفتار انتخاب وسیله سفر در هدف های مختلف سفر را مورد بررسی قرار داده اند [۲۴]. انتخاب وسیله سفر در سفرهای خرید توسط سوسیولو و همکاران [۲۵] مورد مطالعه قرار گرفت. همان گونه که توضیح داده شد، اگرچه بسیاری از جنبه های سفر خرید پیش از این تحقیق مدل سازی شده است، فقط چند پژوهش اثر مشترک انتخاب وسیله نقلیه و انتخاب مقصد را در نظر گرفته اند.

اثر انتخاب مقصد روی انتخاب وسیله نقلیه در مدل‌های چهار مرحله‌ای مدل‌های تقاضای سفر مورد توجه قرار گرفته است. از سوی دیگر، ری کر و کستینیو کین (۱۹۷۸) اثر انتخاب وسیله نقلیه را بر انتخاب مقصد مسافران نشان داده‌اند [۲۰]. این روابط دوجانبه از انتخاب نوع وسیله نقلیه و مقصد مستلزم توجه مشترک این دو مدل است. در این مقاله با استفاده از توابع مفصل و برآورد اثر مشترک دو متغیر انتخاب وسیله نقلیه و هدف سفر مدل همزمان این دو متغیر را ساخته‌ایم. بنابراین نوآوری اصلی این مقاله در نظر گرفتن اثر دوجانبه و بکارگیری توابع مفصل برای ساخت بهتر و دقیق‌تر برای این دو مدل است.

## ۲- تجزیه و تحلیل آماری

در این مقاله از داده‌های جمع‌آوری شده از سفرهای خانوادگی شهروندان شهر مشهد مقدس در سال ۲۰۰۸ استفاده شده است. شهر مشهد کلان‌شهری در شمال شرقی ایران و مرکز استان خراسان رضوی است. مشهد دومین شهر پهناور ایران بعد از تهران است. بر اساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۰ این شهر با ۳,۱۳۱,۵۸۶ نفر جمعیت، دومین شهر پرجمعیت ایران پس از تهران است. این شهر با تعداد زیادی از زائران با توجه به وجود حرم مطهر امام شیعیان (امام رضا) ویژگی‌های خاصی را دارد. آمارها نشان می‌دهد که سالانه ۳۲ میلیون زائر به مشهد سفر می‌کنند. چهار نوع انتخاب وسیله نقلیه سفر در این مقاله در نظر گرفته شده است: ماشین شخصی (۴۹/۴ درصد از سفرهای خرید)، پیاده رفتن (۲۲/۷ درصد)، تاکسی (۱۸/۵ درصد) و اتوبوس (۹/۴ درصد). سهم بالاتر وسایل نقلیه شخصی در سفرهای خرید می‌تواند نشان دهد که شهروندان با توجه به انعطاف‌پذیری این وسیله نقلیه می‌توانند به راحتی برنامه‌ریزی کنند. ضمناً سهم بالای پیاده رفتن نشان‌دهنده تسلط سفرهای کوتاه در خرید است. از نظر زمانی از روز، صبح، ظهر، بعدازظهر و شب زمان سفر به ترتیب ۸/۲۴٪، ۵/۲۰٪، ۶/۳۲٪ و ۱/۲۲٪ از سفر خرید را تشکیل می‌دهد. از طرفی سهم پدر در سفر خرید ۱۱/۶ درصد است. سهم مادر، فرزندان و سفرهای مشترک به ترتیب ۶۲٪، ۱۳٪ و ۱۳/۱٪ است. همان‌طور که دیده می‌شود مادران دارای بالاترین سهم در سفر خرید هستند.

فاصله خرید متغیر دیگری است که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس عادی‌سازی فاصله روی شعاعی از شهر ۳ دسته مختلف در نظر گرفته شده است. این دسته‌بندی‌ها ۱۰٪، ۱۰٪ تا ۲۵٪ و بیش از ۲۵٪ از شعاع شهر است. سهم نماینده هر دسته فوق ۷/۳۲٪، ۶/۴۴٪ و ۷/۲۲٪ است. فعالیت‌های خرید در فعالیت‌های کوتاه (کمتر از ۱۵ دقیقه)، متوسط (۱۵ تا ۳۰ دقیقه) و



طولانی (بیش از ۳۰ دقیقه) دسته‌بندی شده است. سهم مدت‌زمان خرید ۵/۲، ۲۳/۱ و ۷۱/۷ درصد است. بنابراین، مدت‌زمان سفر خرید توسط سفرهای با بیش از ۳۰ دقیقه سهم بیشتری از سفرهای خرید را تشکیل می‌دهند.

### ۳- تئوری مدل

برای ساخت مدل مسافت سفر خرید از تابع رگرسیونی خطی چند متغیره استفاده شده است. مدل رگرسیونی بکار رفته در معادله (۱) نشان داده شده است. در معادله (۲) تابع رگرسیون لجستیک برای برآورد احتمال استفاده از ماشین شخصی در سفرهای خرید نشان داده شده است. در معادله (۳) و (۴) به ترتیب توزیع آماری متغیر مسافت طی شده برای خرید توزیع آماری انتخاب خودرو شخصی برای خرید نشان داده شده است.

$$d_i = x_i' \gamma + \varepsilon_i \quad (1)$$

$$\text{Logit}(\pi_i) = x_i' \beta + \tau_i \quad (2)$$

$$d_i \sim N(\mu, \sigma^2) \quad (3)$$

$$Y_i \sim B(n, \pi_i) \quad (4)$$

$d_i$ : میزان فاصله طی شده به هدف خرید برای فرد  $i$  است.

$\pi_i$ : احتمال استفاده فرد  $i$  از خودرو شخصی برای سفر خرید است.

$\beta$  و  $\gamma$ : بردار سطری از ضرایب مدل

$x_i$ : ماتریسی از متغیرهای صفت کیفی و کمی که در هر دو مدل استفاده می‌شود.

$\varepsilon_i$ : عبارت خطا مدل اول که در اینجا دارای توزیع نرمال است.

$\tau_i$ : عبارت خطای مدل دوم است.

$Y_i$ : متغیر دوحالتی که چنانچه فرد  $i$  از خودرو شخصی استفاده کرده باشد عدد ۱ و در غیر این صورت عدد صفر را به خود می‌گیرد.

حال باید هر دو مدل را به صورت همزمان مدل‌سازی کرد. در ادامه وجود همبستگی بین دو عامل فاصله طی شده برای سفر خرید و استفاده از خودرو شخصی برای این سفر بررسی گردید که در جدول ۱ ارائه شده است. همبستگی بالا و معنی‌دار بین آن‌ها، نشان‌دهنده این واقعیت است که تحلیل

جداگانه این دو عامل نمی تواند میزان ارتباط و تأثیراتی که آن ها در تحلیل توزیع توأم احتمالاتی دارند را نمایان سازد.

جدول ۱: ضرایب همبستگی بین دو عامل مطلوبیت تفکیک سفر و توزیع سفر

کندال	اسپیرمن	پیرسون	
۰/۳۸	۰/۳۶	۰/۴۵	ضریب همبستگی
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	سطح معنی داری

#### ۴- توابع مفصل

توابع مفصل توابعی چندمتغیره با حاشیه‌های یکنواخت بر بازه  $[0,1]$  می باشند، که توابع توزیع چند متغیره را به توزیع های کناری آن ها پیوند می دهند. اسکالر (۱۹۵۹) نشان داد اگر  $H$  تابع توزیع توأم با توابع حاشیه‌ای  $F_X$  و  $G_Y$  باشد در این صورت توابع مفصلی مانند  $C$  وجود دارند که برای هر  $x$  و  $y$  در  $\bar{R} = R \cup \{-\infty, \infty\}$  توابع توزیع توأم و کناری را به صورت

$$H(x, y) = C(F_X(x), G_Y(y)) \quad (5)$$

باهم مرتبط می سازند. اگر  $F_X$  و  $G_Y$  توابعی پیوسته باشند، تابع مفصل  $C$  یکتاست و در غیر این صورت تابعی غیر یکتا بر روی  $R_F \times R_G$  تعریف می شود، که در آن  $R_G$  و  $R_F$  به ترتیب دامنه  $F_X$  و  $G_Y$  است. بعلاوه اگر  $f_X(x)$  و  $f_Y(y)$  توابع چگالی دو متغیره تصادفی  $X$  و  $Y$  باشند، آنگاه توابع چگالی توأم و کناری آن ها به صورت

$$f_{X,Y}(x, y) = c(F_X(y), F_Y(x)) f_X(x) f_Y(y) \quad (6)$$

با یکدیگر در ارتباط هستند، که در آن تابع  $c$  به صورت

$$c(u, v) = \frac{\partial^2 C(u, v)}{\partial u \partial v}, \quad 0 < u < 1, \quad 0 < v < 1 \quad (7)$$

با تابع مفصل  $C$  در ارتباط است. جو (۱۹۹۷) و نلسون (۱۹۹۹) چند خانواده از توابع مفصل را مورد بررسی قرار دادند که با توجه به شرایط آن ها می- $\rho_S = 12 \int \int_{I_2} [C(u, v) - uv] dudv$  توان خانواده های پلاکت، جو، علی-میخاییل-حق، کلایتون، فرانک، گلامبوس، گامبل-بارنت و گامبل-هوگارد را برای مدل بندی دومتغیره مورد استفاده قرارداد که توابع آن ها در

جدول ۲ ارائه گردیده‌اند. این توابع مفصل را نیز می‌توان برای به دست آوردن اندازه همبستگی از طریق ضریب اسپیرمن که در این مقاله از آن استفاده می‌گردد، بکار برد.

جدول ۲: خانواده‌های توابع مفصل

خانواده	تابع مفصل
پلاکت	$\frac{[1+(\theta-1)(u+v)]-\sqrt{[1+(\theta-1)(u+v)]^2-4uv\theta(\theta-1)}}{2(\theta-1)}$
جو	$1-[(1-u)^\theta+(1-v)^\theta-((1-u)(1-v))^\theta]^{\frac{1}{\theta}}$
کلایتون	$(u^{-\theta}+v^{-\theta}-1)^{-\frac{1}{\theta}}$
فرانک	$\frac{-1}{\theta} \ln\left[1+\frac{(e^{-\theta u}-1)(e^{-\theta v}-1)}{e^{-\theta}-1}\right]$
گالامبوس	$uv \exp\{[(-\ln u)^{-\theta}+(-\ln v)^{-\theta}]^{\frac{1}{\theta}}\}$
گامبل-بارنت	$uv \exp(-\theta \ln u \ln v)$
گامبل-هوگارد	$\exp\{-[(-\ln u)^\theta+(-\ln v)^\theta]^{\frac{1}{\theta}}\}$
علی-میخائیل-حق	$\frac{uv}{1-\theta(1-u)(1-v)}$

در این قسمت هشت خانواده توابع مفصل مندرج در جدول ۲ را برای مدل سازی دومتغیره در نظر می‌گیریم و پارامتر این خانواده‌ها را به روش ماکسیمم درست‌نمایی برآورد می‌کنیم. برای این منظور ابتدا پارامترهای بکار رفته در مدل اول را برازش داده شده است. لگاریتم تابع درست‌نمایی برای این دو مدل با توجه به تابع مفصل مربوط به تابع چگالی به صورت

$$\ln L(d, s; \pi, \mu, \sigma, \theta) = \ln L_c(F_D(d; \mu, \sigma), F_S(s); \theta) + \ln L_D(d) + \ln L_S(s; \pi) \quad (8)$$

است، که در آن  $F_D(d)$  و  $F_S(s)$  توابع توزیع مسافت طی شده برای خرید و تابع توزیع احتمال انتخاب خودرو شخصی برای سفر خرید است و  $\ln L_c(\cdot)$  لگاریتم طبیعی تابع مفصل تابع چگالی است. برای هر کدام از خانواده‌های معرفی شده تابع مفصل مربوط به تابع چگالی توأم و برآورد پارامترهای ضریب متغیر فاصله تا مبدأ در مدل اول و پارامترهای مربوط به مدل دوم آن را برحسب  $\theta$  ماکسیمم

نموده و برآورد درست‌نمایی  $\theta$  تا ۴ رقم اعشار به دست آمده است. برای انتخاب بهترین تابع مفصل از بین توابع مفصل جدول ۲، می‌توان از مقدار ماکسیمم لگاریتم درست‌نمایی و همچنین میانگین توان دوم فواصل توزیع توأم از توزیع تجربی (MSD) دو متغیر مسافت سفر تا مرکز خرید و انتخاب ماشین شخصی برای خرید استفاده نمود. بعد از محاسبه مقادیر پارامترها مشخص شد که تابع مفصل گامبل-هوگارد دارای بیشترین مقدار ماکسیمم درست‌نمایی و کمترین MSD از بین سایر توابع مفصل است. لذا این خانواده به عنوان تابع مفصل برتر انتخاب شده است. در مدل انتخاب بکارگیری وسیله نقلیه شخصی به عنوان مدل انتهایی انتخاب‌ها در نظر گرفته شده است. با استفاده از توزیع توأم  $D$  و  $S$  می‌توان نشان داد که احتمال اینکه شهروندان مسافت بیشتری را برای خرید انتخاب کنند، احتمالاً از وسیله نقلیه شخصی بالاتری برخوردارند، این احتمال را می‌توان با استفاده از تابع مفصل و توابع توزیع حاشیه‌ای و جایگذاری در رابطه

$$P(D \geq d, S \geq s) = 1 - F_D(d) - F_S(s) + C(F_D(d), F_S(s)) \quad (9)$$

محاسبه نمود.

توابع مفصل را می‌توان برای تعیین ساختار همبستگی متغیرهای تصادفی وابسته بکار گرفت. همان‌گونه که از شکل نمودار دوبعدی دو تابع مشخص است این دو مدل کاملاً به یکدیگر وابسته هستند بنابراین نتایجی که تاکنون به دست آمد بیانگر آن است که توابع مفصل ابزار مفیدی برای تعیین توزیع توأم و ساختار همبستگی متغیرهای وابسته این دو مدل است.

احتمال انتخاب ماشین شخصی برای مسافت‌های طولانی تر را می‌توان از یک آستانه بدست آورد. این احتمال را می‌توان با استفاده از تابع مفصل و توابع توزیع حاشیه‌ای و جایگذاری در رابطه

$$P(D \geq d, S \geq s) = 1 - F_D(d) - F_S(s) + C(F_D(d), F_S(s)) \quad (10)$$

محاسبه نمود.

توابع توزیع شرطی را نیز می‌توان با استفاده از توابع مفصل تعیین و بر اساس آن‌ها احتمال چگونگی تغییر یک عامل در قبال تغییرات کنترل شده عامل دیگر بحث نمود. توزیع شرطی طول مسیر سفر برای مسافت بیشتر از آستانه  $d$  به صورت

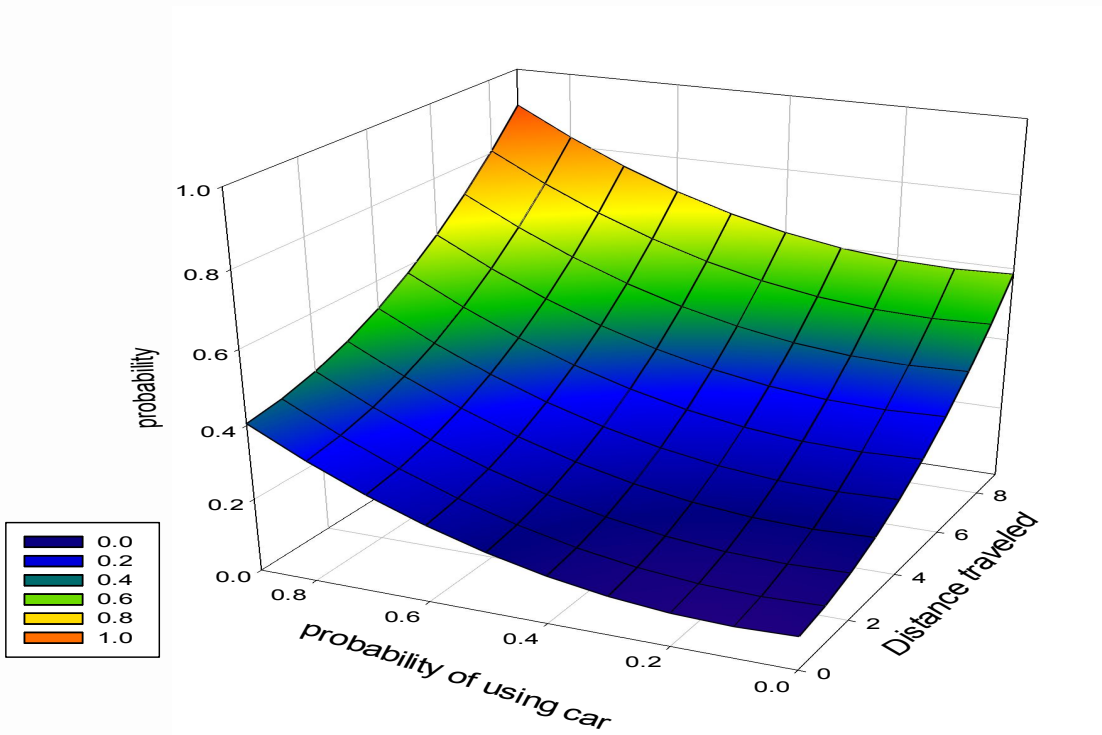
$$P(S \leq s | D \geq d) = \frac{F_S(s) - C(F_D(d), F_S(s))}{1 - F_D(d)} \quad (11)$$

و توزیع شرطی احتمال استفاده از وسیله نقلیه شخصی برای مسافت بیشتر از آستانه به صورت



$$P(D \leq d | S \geq s) = \frac{F_D(d) - C(F_D(d), F_S(s))}{1 - F_S(s)} \quad (12)$$

است، که نمودار دومتغیره آن در شکل ۱ نشان داده شده است. همچنین، در جدول ۳ ضرایب مدل به صورت تفکیک شده برای هر دو مدل نشان داده شده است.



شکل ۱: نمودار توزیع احتمال توأم دو مدل



جدول ۳: برآورد پارامترهای مدل‌های بکار رفته

مسافت طی شده برای خرید		ماشین شخصی		پارامترها
آزمون t	ضریب	آزمون t	ضریب	
-۱/۳۴	-۱/۲۵	۲/۲۵	۲/۳۵	زمان سفر در روز
۱/۹۸	۰/۴۷	۳/۸۳	۱/۸۴	وضعیت اقتصادی
۱/۶۳	۲/۶۴	۴/۲۷	۱/۴۲	پارکینگ در مقصد
۳/۲۳	۳/۹۲	۶/۰۷	۴/۷۳	مالکیت خودرو
۱/۲۳	۱/۳۳	۳/۵۷	۲/۴۲	سن
۱/۶۱	۰/۳۳	۱/۰۷	۰/۶۹	تحصیلات
-۱/۶۹	-۰/۴۵	-	-	تعداد خانوار
۱/۹۸	۱/۳۵	۴/۵۶	۴/۲۴	سرپرست خانواده

### ۵- نتیجه‌گیری

هرچند در این مطالعه توزیع‌های دومتغیره و توابع مفصل یک پارامتری مورد بررسی قرار گرفتند، اما به‌سادگی می‌توان تکنیک‌های مطروحه را برای توزیع‌های چند متغیره تعمیم داد و مسئله ساخت مدل‌های چند متغیره برای مدل‌های حمل‌ونقلی را با متغیرهای بیشتر نیز بررسی نمود. اما به‌کارگیری توابع مفصل با بیش از یک پارامتر نیازمند انجام مطالعات بیشتر است. با تحلیل نتایج موجود ملاحظه می‌گردد که مدل به‌دست‌آمده نشان از وابستگی شدید مدل فاصله سفر برای خرید و انتخاب ماشین شخصی برای خرید دارد، می‌توان با به‌کارگیری بهتر توابع مفصل پیش‌بینی بهتری برای این دو مدل انجام داد.

۶- مراجع

1. Modelling transport, 2001, J. de Dios Ortúzar and L. G. Willumsen, Wiley Chichester.
2. Handbook of Transport Modeling (Vol. 1), 2000, D. A. Hensher and K. Button, Oxford: Pergamon.
3. Jahrbuch für Regionalwissenschaft, 2007, Analysis of location of large-area shopping centres. A probabilistic Gravity Model for the Halle-Leipzig area, 27, 1, pp.43-57.
4. The Journal of Real Estate Finance and Economics, 2005, Spatial distribution of retail sales, 31, 1, pp.53-69.
5. Journal of Marketing Research, 2005, A multipurpose shopping trip model to assess retail agglomeration effects, pp.109-115.
6. Journal of Applied Statistics, 2010, Regularity in individual shopping trips: implications for duration models in marketing, 37, 11, pp.1931-1945.
7. Transportation Research Part B: Methodological, 1996, A hazard-based duration model of shopping activity with nonparametric baseline specification and nonparametric control for unobserved heterogeneity, 30, 3, pp.189-207.
8. Journal of Urban Planning and Development, 2011, Pedestrians' Decision of Shopping Duration with the Influence of Walking Direction Choice, 137, 3, pp.305-310.
9. Geographia Technica, 2012, „Commuting for Retail Shopping as a Part of the Daily Urban System (Brno, the Czech Republic).“, 13, 1, pp.36-45.
10. Journal of Retailing and Consumer Services, 2003, A weekend shopping activity participation model dependent on weekday shopping behavior, 10, 6, pp.335-343.
11. Socio-Economic Planning Sciences, 1997, Modeling the day-of-the-week shopping activity and travel patterns, 31, 4, pp.307-319.
12. Transportation Research Part B: Methodological, 1998, Analysis of travel mode and departure time choice for urban shopping trips, 32, 6, pp.361-371.
13. Transportation Research Part B: Methodological, 2002, A continuous-time model of departure time choice for urban shopping trips, 36, 3, pp.207-224.
14. Studies in Regional and Urban Planning, 2001, Factors affecting shopping trip generation rates in metropolitan areas, 9, pp.51-67.
15. Transportation Research Part B: Methodological, 1985, Household trip generation choice—Alternative empirical approaches, 19, 6, pp.471-479.

16. Transportation Planning and Technology, 1997, Urban and travel changes in the greater Toronto area and the transferability of trip-generation models, 20, 4, pp.267-290.
17. ARE, Swiss Federal Office for Spatial Development, 2004, Factors influencing the individual shopping behaviour: The case of Switzerland,
18. International Journal of Transport Economics= Rivista Internazionale de Economia dei Trasporti, 2007, The Derived Demand for Traffic at Food Superstores in the UK, 34, 3,
19. E. Swgalou, C. Ambrosini and J.-L. Routhier, 2004, The environmental assessment of urban goods movement, The 3rd International Conference on City Logistics,
20. Transportation, 1978, Factors influencing destination choice for the urban grocery shopping trip, 7, 1, pp.19-33.
21. Transportation Research Record, 1978, Destination choice behavior for nongrocery-shopping trips, 673,
22. Transportation, 2003, Car ownership and attitudes towards transport modes for shopping purposes in Singapore, 30, 4, pp.435-457.
23. Journal of Transportation Engineering, 2005, Count data models for trip generation, 131, 6, pp.444-450.
24. 2013, Comparing the Determinants of Mode Choice across Travel Purposes.
25. Y. O. Susilo, N. Hanks and M. Ullah, 2011, An exploration of shoppers travel mode choice in visiting convenience stores in the United Kingdom, Transportation Research Board 90th Annual Meeting,
26. Transportation Research Part B: Methodological, 2001, The generalized nested logit model, 35, pp.627-641.
27. Transportation Research Record, 1976, Joint-choice model for frequency, destination, and travel mode for shopping trips, 569,
28. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2008, Joint Model of Choice of Residential Neighborhood and Bicycle Ownership Accounting for Self-Selection and Unobserved Heterogeneity, 2082, pp.17-26.
29. Discrete choice analysis: theory and application to predict travel demand, 1985, M. E. B. Akiva and S. R. Lerman, The MIT press.
30. Discrete choice methods with simulation, 2009, K. Train, Cambridge university press.
31. Maximum simulated likelihood methods and applications, 2010, W. H. Greene and R. C. Hill, Emerald Group Publishing.